

# REGIONALIZACIÓN BIOCLIMÁTICA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

CZAJKOWSKI, Jorge Daniel <sup>(1)</sup> y ROSENFELD, Elías <sup>(2)</sup>

IDEHAB, Instituto de Estudios del Hábitat, U.I.N° 2, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata. Calle 47 N° 162, CC N° 478 (1900) La Plata, Argentina.

Este artículo fue expuesto y publicado en actas de la 15a Reunión de Trabajo de ASADES (Asociación Argentina de Energía Solar) en San Fernando del Valle de Catamarca, 1992.

## RESUMEN

Los métodos de simulación y dimensionamiento que se utilizan en el URE en la actualidad, requieren información climática de nivel superior a la que ofrece la Norma IRAM 11603 o fuentes similares.

Se exponen los resultados de un estudio basado en ochenta estaciones meteorológicas y una clasificación por análisis multivariado mediante el procedimiento "Cluster". Se incluyen tablas y mapas.

## INTRODUCCIÓN

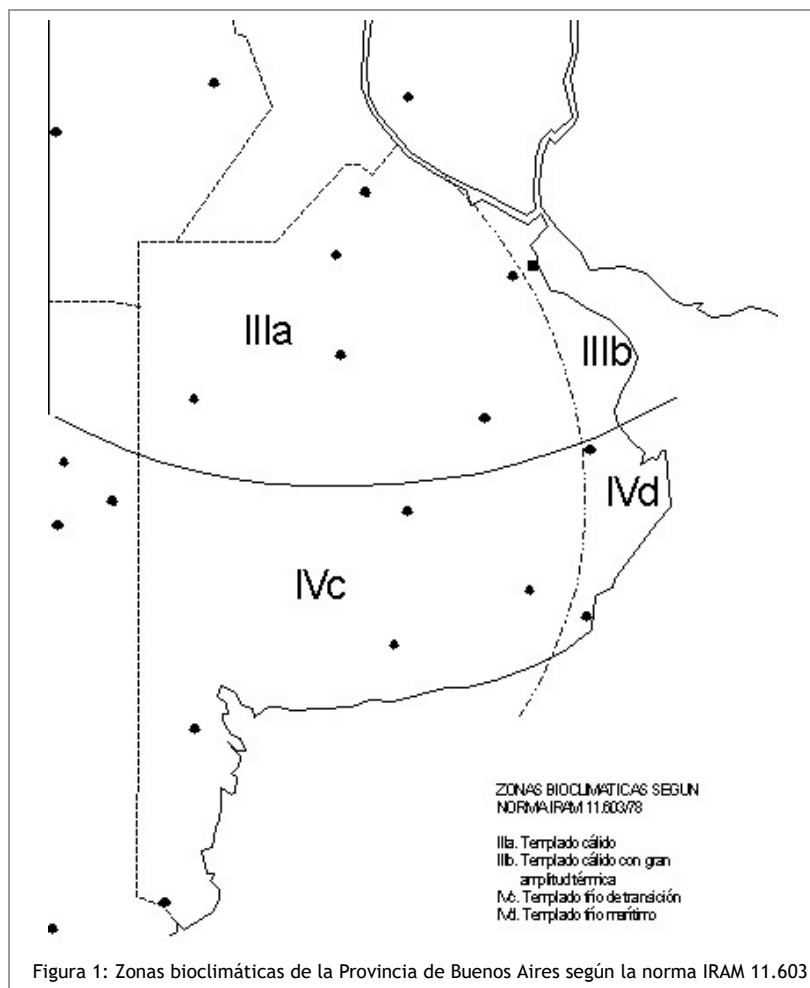
Tanto en Uso Racional de la Energía como en diseño bioclimático o acondicionamiento higrométrico, se han desarrollado y puesto a punto en el último lustro diversos métodos de simulación y dimensionamiento energético bastante precisos.

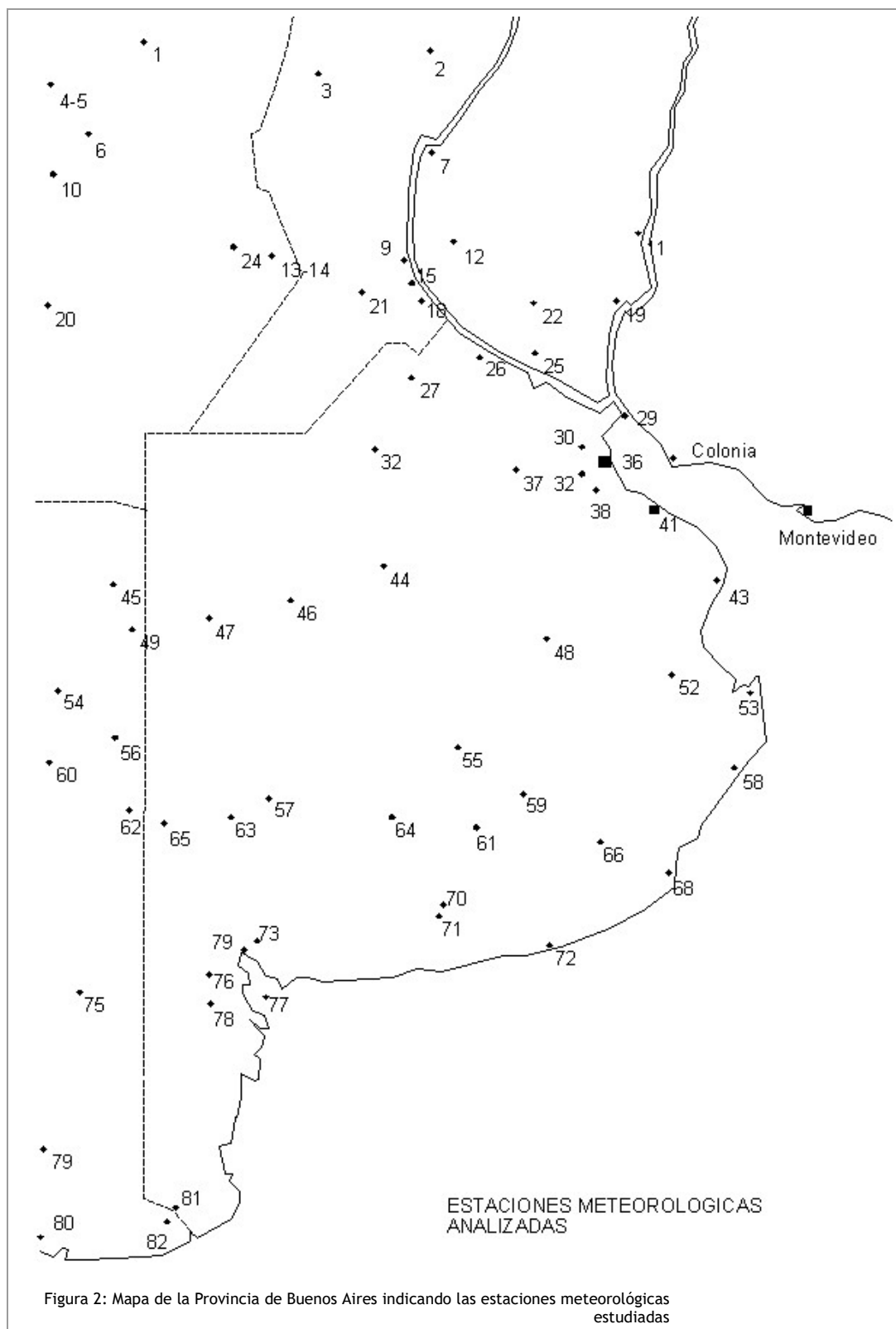
Un punto fundamental para lograr un error aceptable es contar con datos climáticos de nivel superior a los que ofrece la Norma IRAM 11.603 o fuentes similares que datan de hace una década.

Por lo expuesto y en el marco del Proyecto PID-CONICET "Mejoramiento de las condiciones energéticas y de habitabilidad del Hábitat Bonaerense", se elaboraron datos y se realizó una clasificación de los mismos a efectos de lograr una regionalización útil para los métodos actuales. La misma debía además servir para confrontar las estrategias de acondicionamiento y pautas de diseño con los climas y microclimas de la región.

Para la zona en estudio, la norma antes citada considera catorce estaciones meteorológicas indicadas en la Figura 1, lo que induce a la conformación de dos grandes zonas (Zona III Templada Cálida y Zona IV Templada Fría), con dos subzonas por situación costera (Zona IIb y IVd), dejando de lado situaciones como las de las sierras pampeanas, sistemas de lagunas encadenadas o la zona sur de la provincia, entre otras.

En consecuencia se conformó una base de datos de la región pampeana a partir de datos climáticos del SMN, Servicio Meteorológico Nacional <sup>(4)</sup> y de los suministrados por la CNIE, Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales para 118 localidades de la República Argentina <sup>(5)</sup>. Esta base de datos incluye 80 estaciones meteorológicas de la provincia de Buenos Aires y limítrofes, graficadas en la Figura 2.





La matriz de datos utilizada para valores medios anuales se muestra en el Cuadro 1. Esta base de datos se estructuró con 80 estaciones meteorológicas para los doce meses del año y los valores medios anuales, contemplando catorce variables y 16.640 registros, con un tamaño de 82 Kb en formato ASCII y 78,3 Kb en formato DBF.

Posteriormente, mediante el uso de análisis estadístico multivariado, con el procedimiento Cluster del SPSS/PC-Statistical Package for IBM PC <sup>(6)</sup>, se procedió a la clasificación y zonificación bioclimática de la región, a partir de la metodología planteada por C.Filippin <sup>(7)</sup>. Debe destacarse que este procedimiento fue utilizado anteriormente para regionalizaciones del NEA <sup>(8)</sup> y de la región pampeana central<sup>(4)</sup>. Asimismo surge como una extensión de experiencias de clasificaciones complejas en el tratamiento tipológico de

viviendas (9) (10).

## METODOLOGÍA UTILIZADA

El primer paso consistió en elaborar una base de datos en formato dBase III Plus con datos provenientes del SMN (décadas '50 al '70) y base de datos de la CNIE.

La integración de datos presentó algunos problemas ya que el primero contempla datos que no utiliza el segundo y viceversa. Esto ocurrió específicamente con los datos de radiación solar y grados día, que se trató con análisis multivariado con buena confiabilidad.

Se calculó la radiación solar incidente sobre el plano horizontal para todos los meses. Para esto se determinó el índice de claridad atmosférica "KT" a partir de la nubosidad media que suministra el SMN. La expresión matemática surge de una correlación simple del cruce de datos del SMN y la CNIE. Donde  $KT = \text{nubosidad} * (-0.04365) + 0.69278$ . Con esta se calculó la radiación solar con el modelo de Liu&Jordan, presentando un error entre los datos del CNIE y calculados entre 3% y 10%.

Otro dato que se determinó por un camino similar fueron los grados día a partir de la latitud, la altura sobre el nivel del mar, temperatura media, temperatura máxima y mínima media y humedad relativa. La regresión lineal múltiple resulta satisfactoria con un  $R^2 = 0.9618$  para 61 casos analizados.

$$GD18 = 3944.5309 + \text{latitud} * (-13,2227) + \text{asnm} * (0.009953) + \text{tmed} * (-223.41) + \text{tmáx} * (27.6563) + \text{tmín} * (-15.5603) + \text{hr} * (0.508908)$$

La clasificación en áreas homogéneas se realizó con una técnica de análisis multivariado, que permite construir grupos similares de objetos o casos basados en variedad de atributos. Estos grupos o "clusters" se agrupan en función de su proximidad o distancia en un hiperespacio de tantas dimensiones como variables sean consideradas. En este caso el índice utilizado fue el cuadrado de la distancia euclidiana.

Para la formación de zonas se utilizó el análisis jerárquico de "clusters" o grupos. En este caso los "clusters" se forman por agrupamiento de casos individuales, reduciendo progresivamente la muestra en "clusters" cada vez mayores hasta que todos los casos sean miembros de un "cluster" único.

## CONSTRUCCIÓN DEL ATLAS BIOCLIMÁTICO

En un tercer paso se volcaron los resultados a mapas conformando un atlas geográfico bioclimático de la región con variables tratadas individualmente o en conjunto.

- La zonificación de invierno según los grados día (IRAM 11.603) presenta leves variaciones en lo general, pero se generan microclimas muy marcados (Figura 3).
- La zonificación de verano según la temperatura efectiva corregida -TEC- (IRAM) difiere mucho de la calculada, ya que la norma no considera el viento en la determinación (Figuras 4 y 5).
- Se realizaron zonificaciones para las siguientes variables:
  - Radiación media anual sobre el plano horizontal, MJ/m² día
  - Amplitud térmica media anual, °C.
  - Tensión de vapor, milibares.
  - Velocidad del viento, Km/h.

Los resultados se muestran en las Figuras 6 a 9.

- Se planteó una regionalización según valores medios anuales que contempla las siguientes variables: temperatura media, amplitud térmica y humedad relativa (Figura 10).
- Se realizaron regionalizaciones de verano para las siguientes variables:
  - TEC temperatura efectiva corregida con y sin viento (IRAM11603/78).
  - Temperatura media, amplitud térmica y humedad relativa.
  - Temperatura máxima, velocidad del viento y tensión vapor.
  - Amplitud térmica.

Cuadro 1. Ejemplo de la Base de datos climática para valores medios anuales correspondientes a localidades de la Provincia de Buenos Aires.

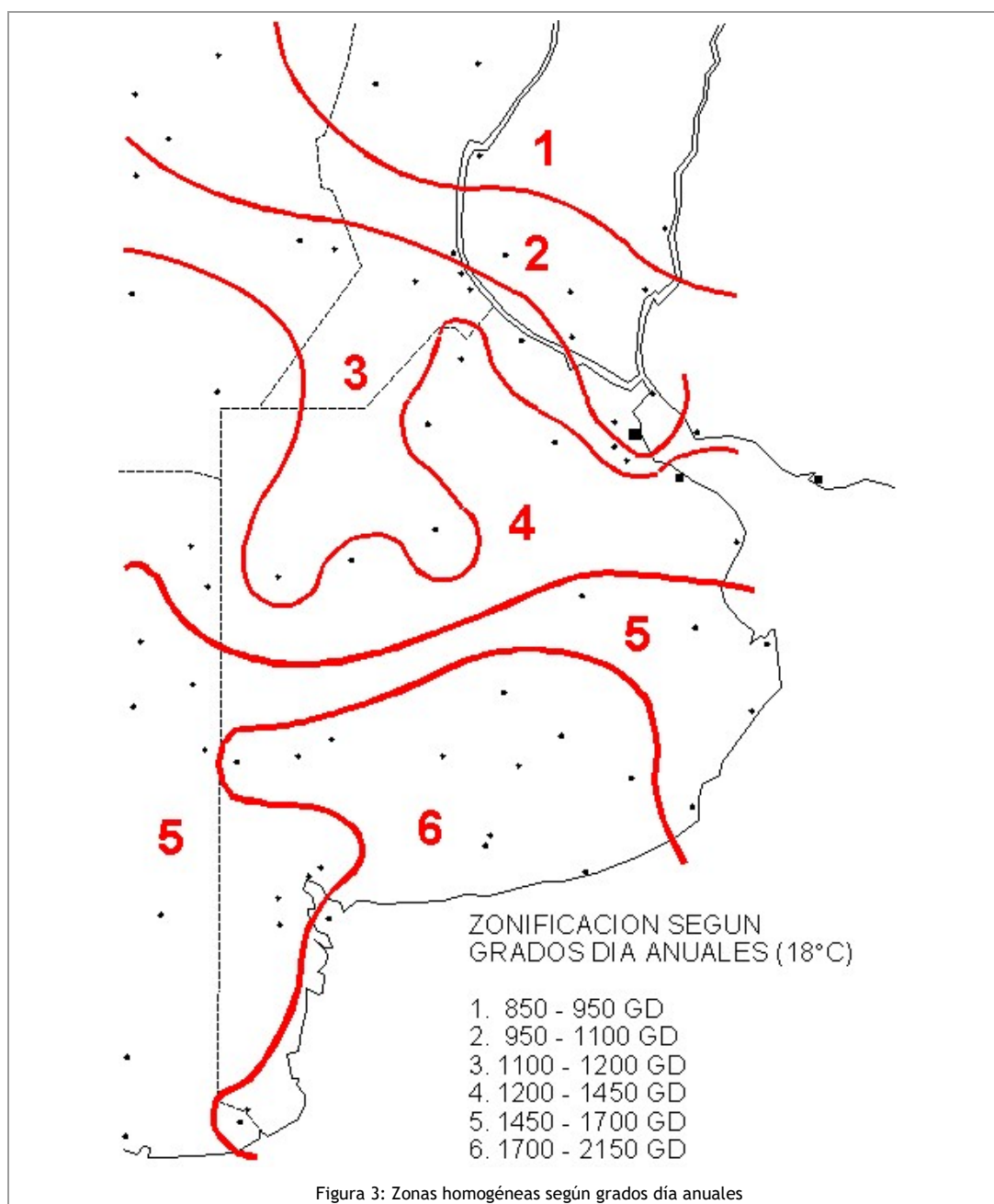
ESTACIÓN	P	LAT	LONG	ASNM	KT	RAD	TMED	TMAX	TMIN	TMXA	TMNA	GD18	VV	TV	HT
PERGAMIN	B	-33.9	60.33	65	0.54	16.7	16.3	22.7	10	40.2	-7.7	1270	11	14	75
AEROPARQ	C	-34	58.25	6	0.5	17.1	17.4	21.4	13.9	38.3	-1.9	1009	16	16	74
JUNIN	B	-34.6	60.57	81	0.53	16.2	16	22.6	9.8	43.9	-6	1404	13	14	73

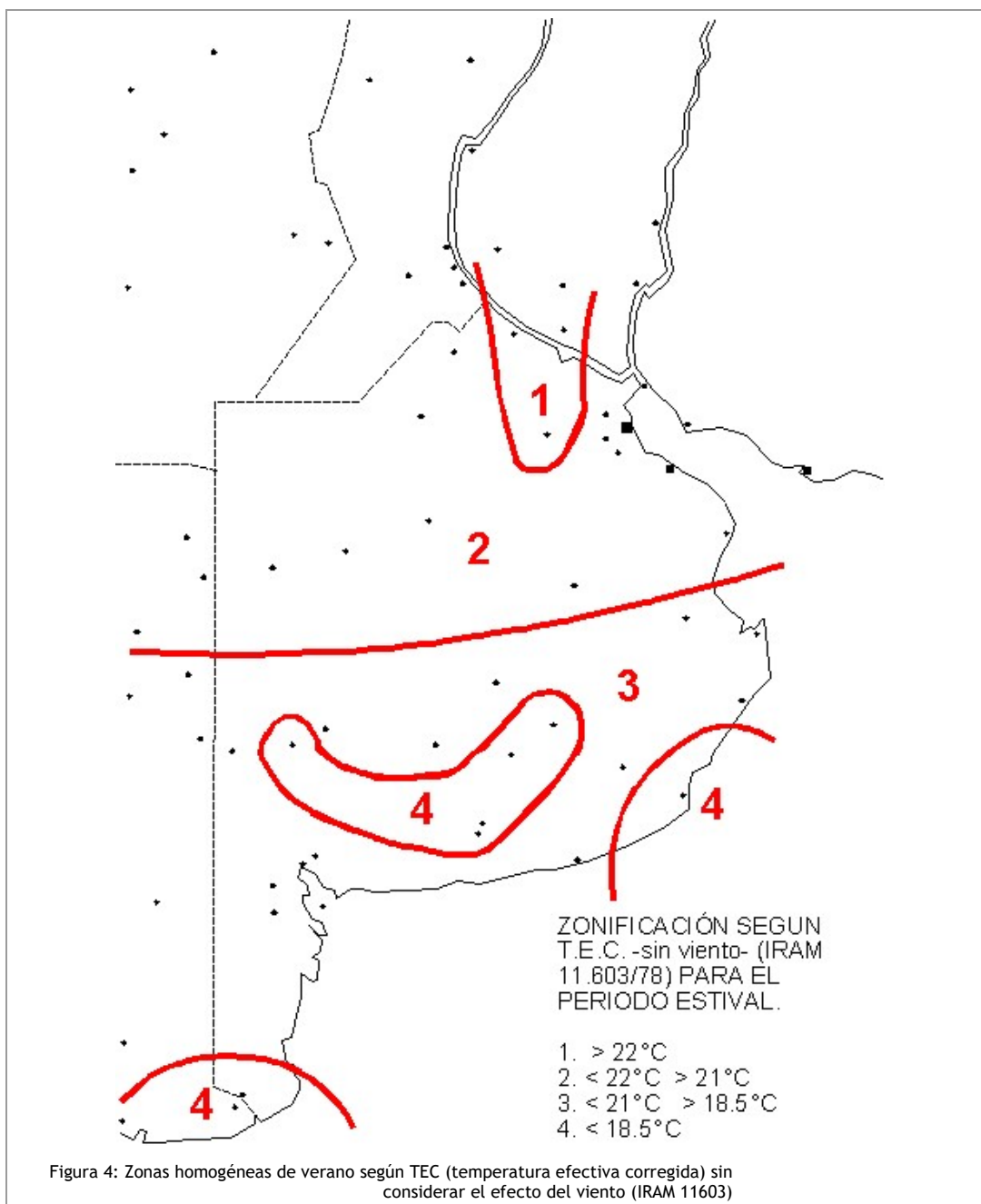
S.MIGUEL	B	-34.6	58.49	26	0.49	15.3	16.1	22.3	11.2	41.6>	-7.5	1238	10	14	73
EL_PALOM	B	-34.6	58.36	21	0.47	14.2	16.7	22.5	11.4	41.9	-5.7	1030	13	14	72
OBS_BSAS	C	-34.6	58.27	25	0.52	16.1	17.4	22.5	13.1	43.3	-4	1006	12	14	71
MERCEDES	B	-34.7	59.38	43	0.54	16.3	16.6	23.8	10.2	43.5	-7	1230	15	14	69
CASTELAR	B	-34.7	58.37	22	0.54	16.8	16.6	22.3	11.2	42.1	-6.5	1188	9	14	72
EZEIZA	B	-34.8	58.32	20	0.46	14.9	16	22.3	10.5	44.3	-6	1209	13	14	76
LA_PLATA	B	-34.9	57.56	15	0.52	15.9	16.1	21.6	12	39	-6.4	1269	12	14	79
P.INDIO	B	-35.4	57.17	22	0.53	16.1	15.8	21	11	40.5	-4.2	1358	15	14	79
9deJULIO	B	-35.5	60.9	76	0.53	16.1	16.1	22.6	9.9	45.1	-7.5	1129	8	13	74
PEHUAJO	B	-35.8	61.52	87	0.53	16.3	15.3	22.4	9.1	43.5	-8.9	1521	14	12	72
LasFLORES	B	-36	59.1	34	0.53	15.7	15.4	21.6	9.4	43.3	-4.3	1467	7	13	70
DOLORES	B	-36.3	57.44	9	0.5	15.3	14.6	21.3	8.9	42.3	-6.6	1615	13	14	77
SanCLEM	B	-36.4	56.72	3	0.54	15.8	14.5	19.2	11.8	45.6	-6.6	1577	14	15	85
C.SUAREZ	B	-37.1	61.57	234	0.52	15.4	13.5	20.6	7.7	41.2	-8.2	1953	5	11	73
PINAMAR	B	-37.1	56.85	13	0.51	14.8	14.6	19.5	10.1	39.2	-5	1596	16	13	79
TANDIL	B	-37.2	59.15	175	0.5	15.1	13.7	19.9	8	38.6	-7.1	1884	14	12	78
L.JUAREZ	B	-37.5	59.34	233	0.52	15.7	13	19.7	6.9	40.5	-8.9	2103	12	11	73
PIGUE	B	-37.6	62.25	298	0.53	16	13.2	20.1	7.3	41.5	-9	2022	12	10	70
LAPRIDA	B	-37.6	60.77	212	0.54	15.6	13.7	20.4	7.5	41.3	-8.2	1864	8	11	65
BALCARCE	B	-37.8	58.25	113	0.49	14.5	13.7	20.3	8.1	40.8	-5	1858	13	12	75
M.PLATA	B	-38.1	57.33	5	0.51	15	13.6	18.1	10	41.3	-4.2	1642	16	12	80
BARROW	B	-38.3	60.15	120	0.53	15.7	13.7	20.6	8.1	40.8	-8	1871	17	11	71
3ARROYOS	B	-38.4	60.15	115	0.52	15.5	13.7	20.6	8.3	41.8	-2.8	1850	14	11	69
NECOCHEA	B	-38.6	58.5	32	0.48	14.2	14.2	20.2	8.2	39.9	-3.9	1749	24	12	76
C.ESFORA	B	-38.7	62.17	70	0.52	14.9	14.8	21.8	8.5	42.4	-7.4	1653	21	7.7	62
B.BLANCA	B	-38.7	62.1	83	0.52	15.4	14.9	21.8	8.8	42.5	-8.8	1648	21	10	62
F.MERCED	B	-39.5	62.63	25	0.53	15.2	14.5	21.9	8.4	43	-7	1735	16	10	64
C.PATAGO	B	-40.8	62.57	40	0.54	15.8	14.1	20.9	8	42	-8.1	2021	18	9	60

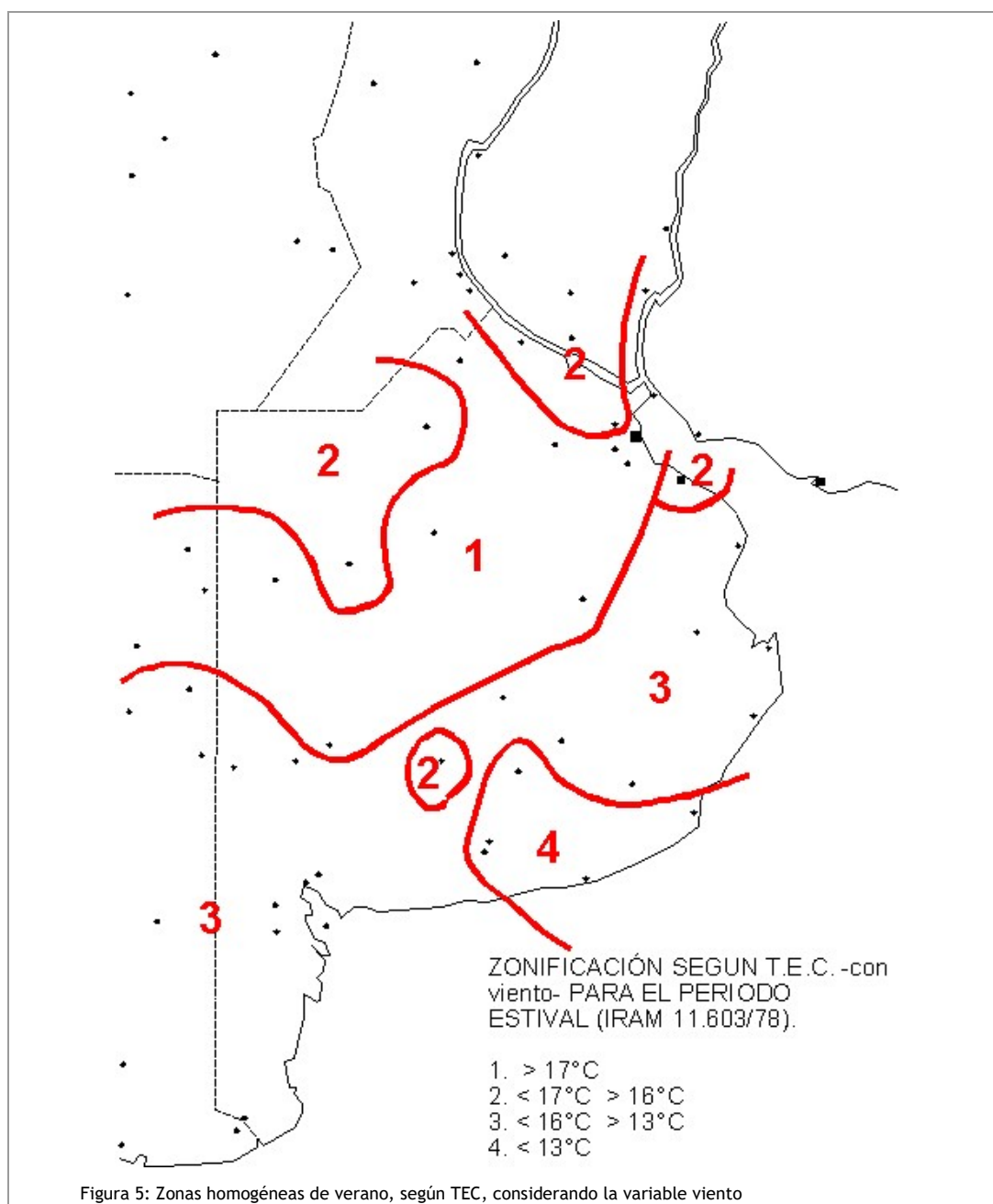
#### DESIGNACIÓN DE VARIABLES:

<b>LAT</b>	Latitud	<b>LONG</b>	Longitud
<b>ASNM</b>	Altura sobre el nivel del mar (metros)	<b>KT</b>	Índice de claridad atmosférica
<b>RAD</b>	Radiación global sobre el plano horizontal (MJ/m <sup>2</sup> )	<b>TMED</b>	Temperatura media anual
<b>TMAX</b>	Temperatura máxima media anual	<b>TMIN</b>	Temperatura mínima media anual
<b>TMXA</b>	Temperatura máxima absoluta	<b>TMNA</b>	Temperatura mínima absoluta
<b>GD18</b>	Grados día con base 18°C	<b>VV</b>	Velocidad del viento (Km/h)
<b>TV</b>	Tensión de vapor (milibares)	<b>HR</b>	Humedad relativa (%)

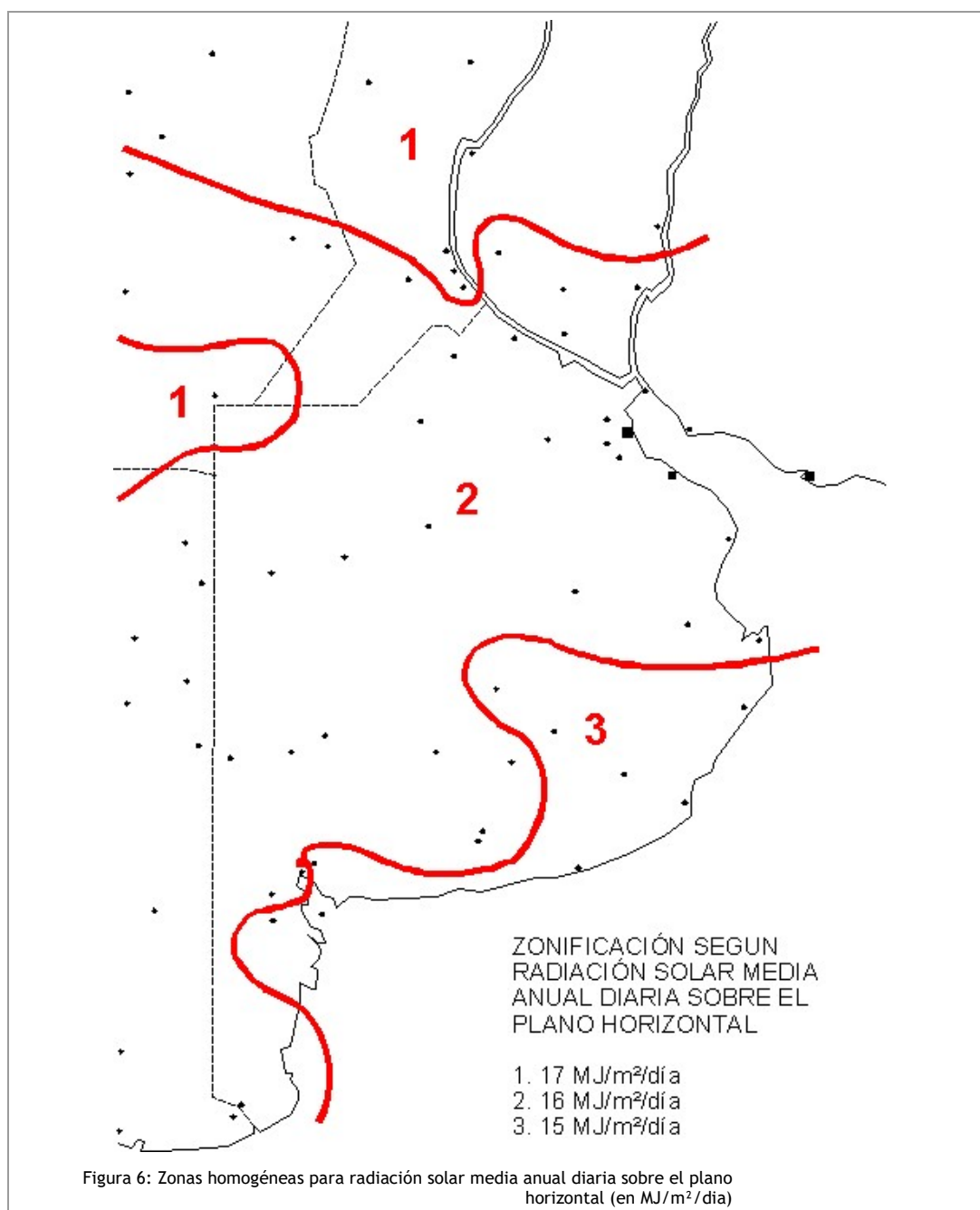
## ATLAS BIOCLIMÁTICO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES











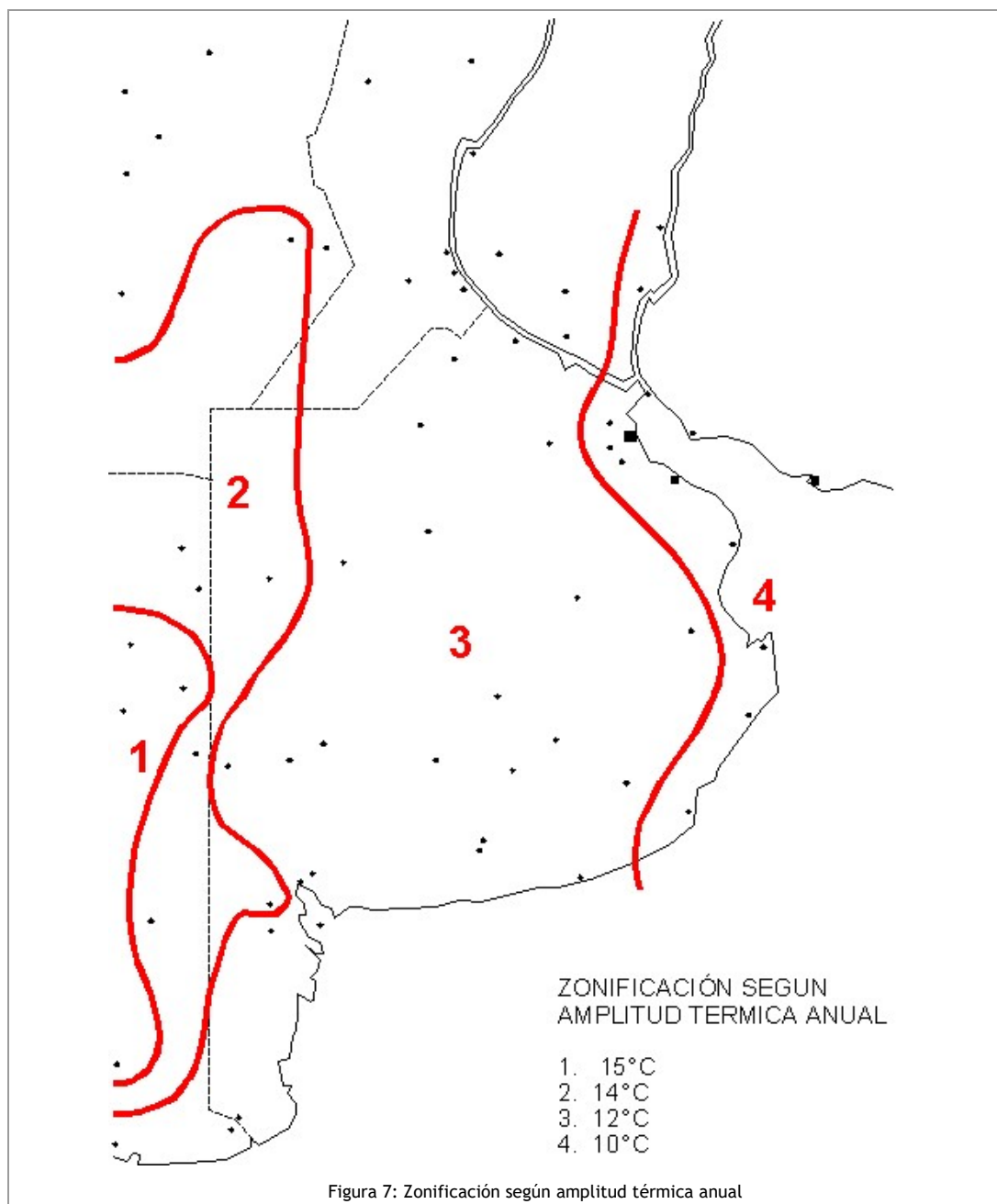


Figura 7: Zonificación según amplitud térmica anual

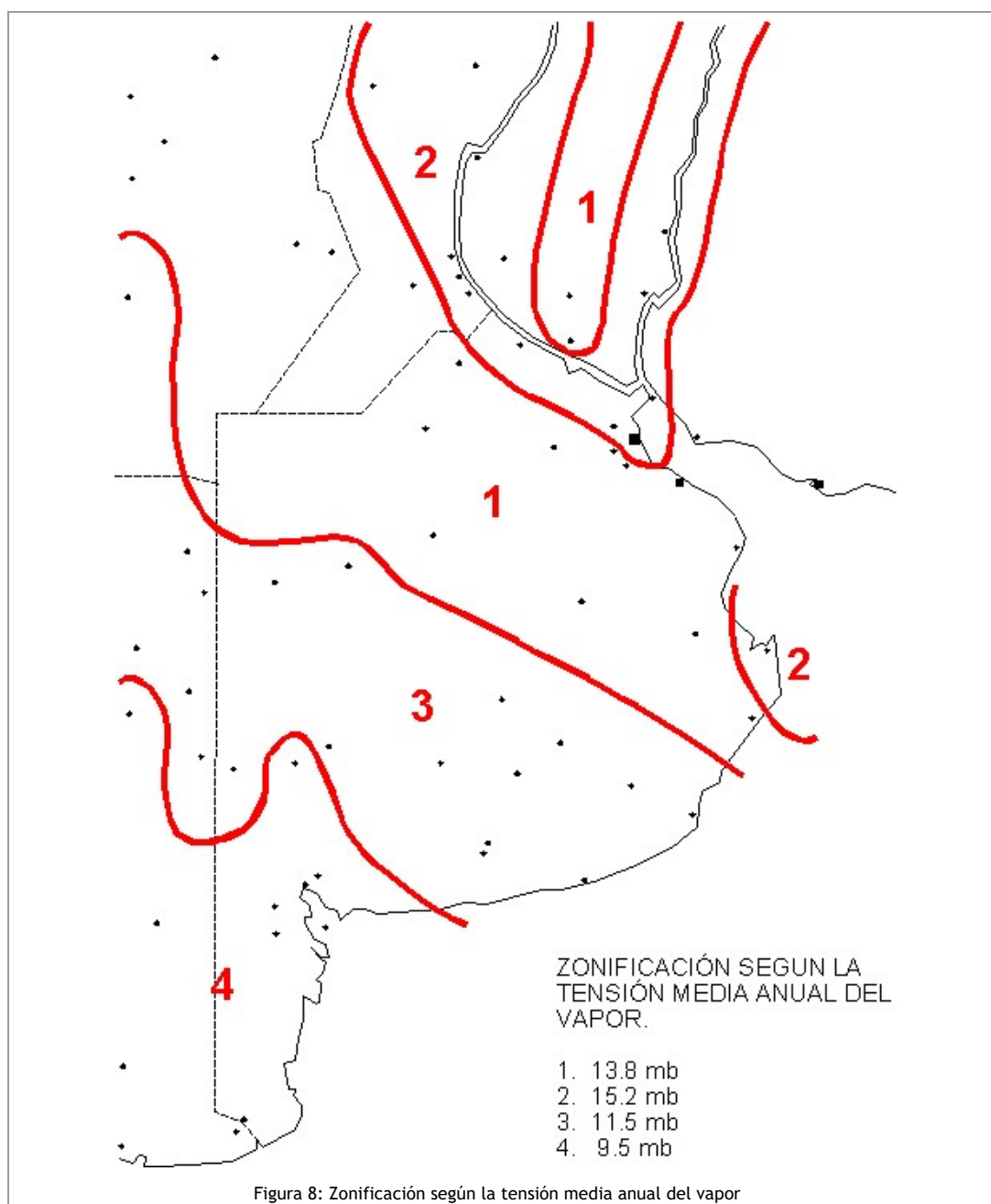


Figura 8: Zonificación según la tensión media anual del vapor

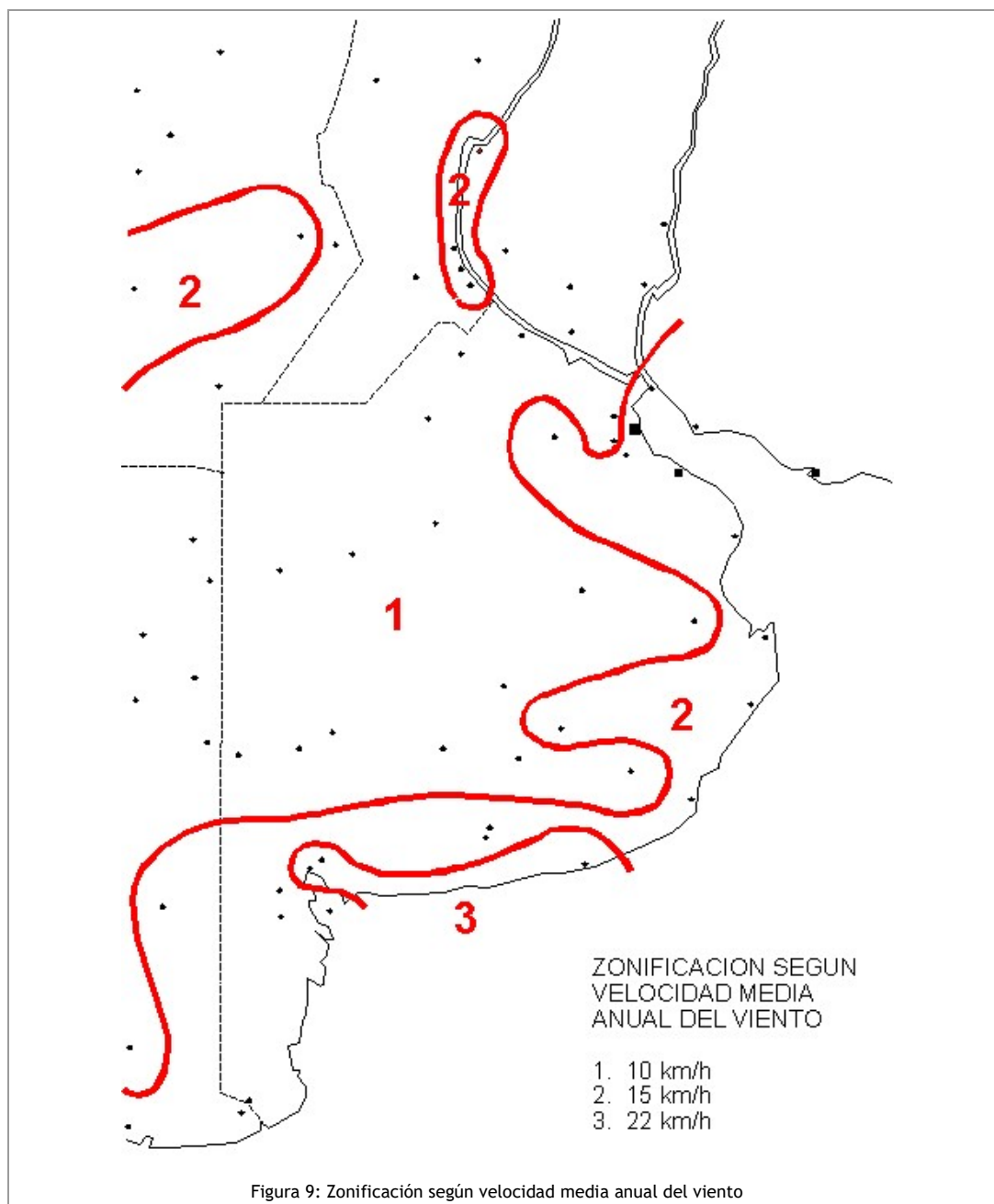
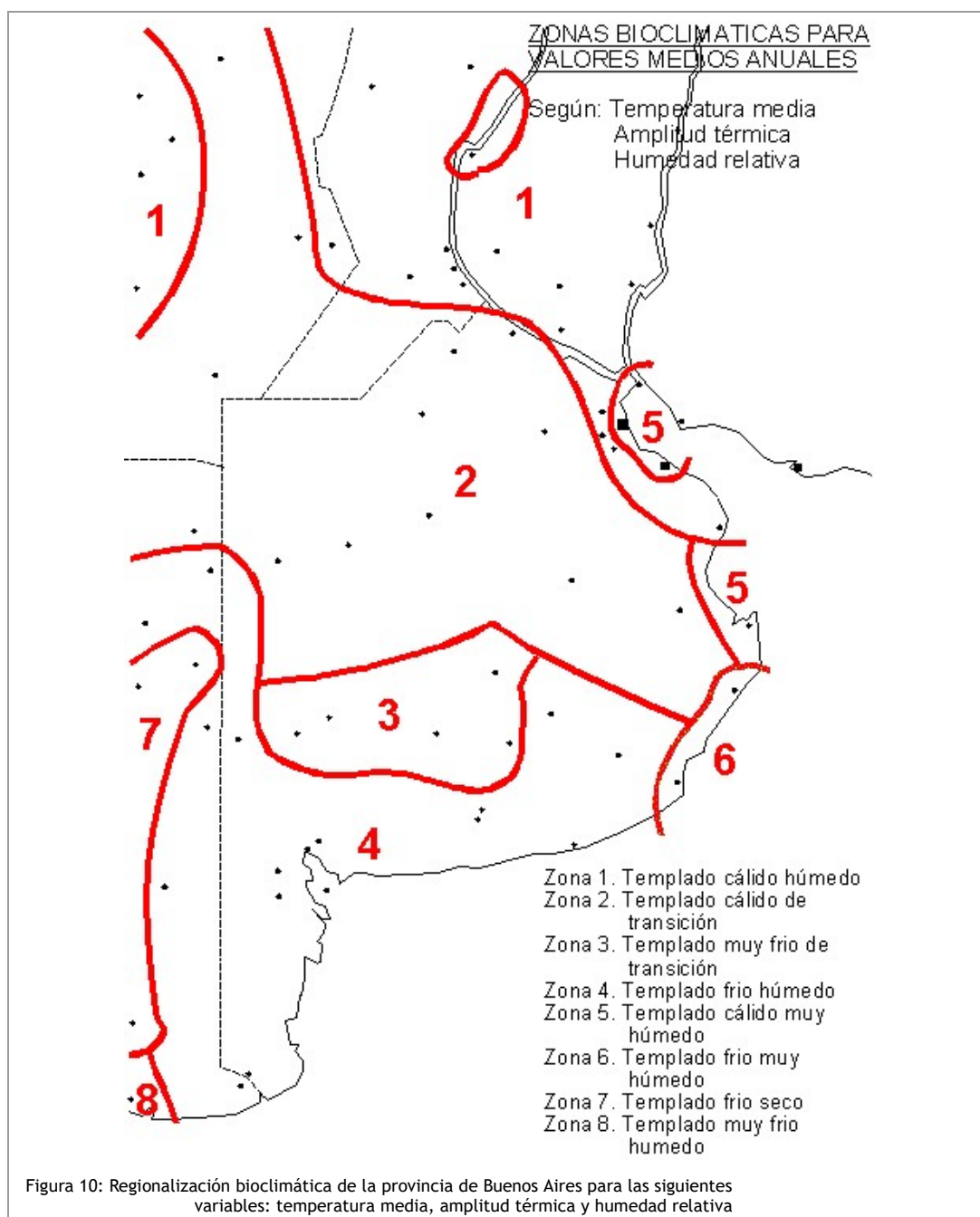


Figura 9: Zonificación según velocidad media anual del viento



## TAREAS FUTURAS

Se está trabajando en la ampliación de la base de datos a todo el país con la cual está previsto ampliar la regionalización. Esta se apoyará en trabajos similares realizados anteriormente para el NOA, NEA, región pampeana central, región cuyana y región neuquina por diversos grupos de investigación del país.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los Arq. Miguel Cilley y Yael Rosenfeld por la ayuda prestada en la confección de mapas y carga de datos meteorológicos, y en especial a los integrantes del grupo de investigación que de una u otra manera colaboraron en la realización del trabajo.

## REFERENCIAS

1. Becario Perfeccionamiento CONICET.
2. Investigador Independiente CONICET.
4. Estadísticas climatológicas 1951-1970. Servicio Meteorológico Nacional, Fuerza Aérea Argentina. Buenos Aires 1981.
5. J.Pracchia, A.Fabris y A.Rapallini. "Tablas de datos meteorológicos para 118 localidades de la República Argentina necesarios

para el dimensionamiento de sistemas solares". Actas de 12ª Reunión de ASADES. Bs. As. 1987.

6. M.J.Anderberg. "Cluster Analysis for Applications". New York Academic Press, 1973.

7. C.Filippin y Z.Roberto. "Determinación de áreas geográficas homogéneas para el desarrollo de proyectos sociales en base a técnicas estadísticas multivariadas". XIV Reunión de Trabajo de ASADES. Mendoza, abril 1990.

8. D.Perone y N.Cannelli. "Clasificación bioclimática de la región NEA". Actas de la 12a. Reunión de Trabajo de ASADES. Buenos Aires, 1987.

9. J.Czajkowski y E.Rosenfeld. "Metodología para el análisis de las clasificaciones complejas y construcción de tipologías mediante la reducción del espacio de atributos. Un enfoque energético". Expuesto en la 14a Reunión de Trabajo de ASADES. Mendoza, 1990.

10. J.Czajkowski. "Base de datos tipológica y proceso CAD para la simulación de alternativas edilicias y control de la red tipológica. Aplicación a la racionalización energética del hábitat metropolitano bonaerense". Informe Final de Beca de Iniciación del CONICET. La Plata, 1992.

Todos los derechos reservados © arquinstal - FAU - UNLP